

PAT-NO: JP02002316275A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002316275 A

TITLE: FRICTION STIRRING AND JOINING METHOD,
AND HEATER OF FRICTION STIRRING AND JOINING TOOL

PUBN-DATE: October 29, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOCHIGI, MASA HARU	N/A
MINAMI, HARUKI	N/A
KAWADA, NARIHIRO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHOWA DENKO KK	N/A

APPL-NO: JP2001122120

APPL-DATE: April 20, 2001

INT-CL (IPC): B23K020/12, B23K020/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a friction stirring and joining method capable of preventing chipping of a joining head which can occur when the joining head is embedded in a joining starting part, and preventing defective joining caused by shortage of plastic flow which can occur at the joining starting part, and a heater of a friction stirring and joining tool.

SOLUTION: This heater 20 comprises a casing 21 for accommodating the joining

head 13 of the joining tool 10, and a heat source 22 for heating the joining head 13 accommodated in the casing 21. When starting the friction stirring and joining, the joining head 13 is heated in advance by this heater 20. The joining head 13 is embedded in the joining starting part of a member to be joined to perform the joining.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-316275

(P2002-316275A)

(43) 公開日 平成14年10月29日 (2002. 10. 29)

(51) IntCl⁷

B 2 3 K 20/12
20/24

識別記号

3 1 0

F I

B 2 3 K 20/12
20/24

テマコード^{*}(参考)

3 1 0 4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-122120(P2001-122120)

(22) 出願日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(71) 出願人 000002004

昭和電工株式会社

東京都港区芝大門1丁目13番9号

(72) 発明者 板木 雅晴

板木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電
工株式会社小山事業所内

(72) 発明者 南 治樹

板木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電
工株式会社小山事業所内

(74) 代理人 100071168

弁理士 清水 久義 (外3名)

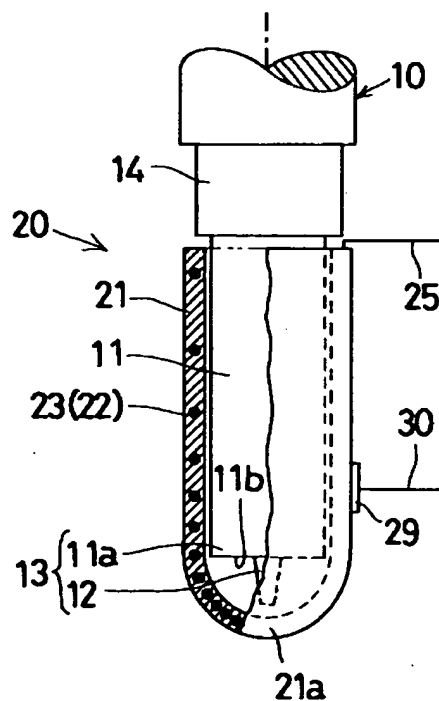
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦撹拌接合法及び摩擦撹拌接合用工具の加熱装置

(57) 【要約】

【課題】 接合ヘッドの接合開始部中への埋入時に生じることのある接合ヘッドの欠損を防止することができ、且つ接合開始部において生じることのある塑性流動不足による接合欠陥を防止することのできる摩擦撹拌接合法及び摩擦撹拌接合用工具の加熱装置を提供すること。

【解決手段】 この発明に係る加熱装置20は、接合工具10の接合ヘッド13を収容するケーシング21と、ケーシング21内に収容された接合ヘッド13を加熱する熱源22と、を備えている。摩擦撹拌接合の開始に際して、この加熱装置20によって接合ヘッド13を予め加熱しておく。そして、この接合ヘッド13を接合部材の接合開始部中に埋入して接合を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 摩擦攪拌接合の開始に際して、接合工具(10)の接合ヘッド(13)を予め加熱しておくことを特徴とする摩擦攪拌接合法。

【請求項2】 前記接合ヘッド(13)を、接合ヘッドの先端に至るにつれて温度が高くなるように加熱する請求項1記載の摩擦攪拌接合法。

【請求項3】 接合工具(10)の接合ヘッド(13)を収容するケーシング(21)と、前記ケーシング内に収容された接合ヘッド(13)を加熱する熱源(22)と、を備えていることを特徴とする摩擦攪拌接合用工具の加熱装置。

【請求項4】 前記ケーシング内の温度を調節する温度調節装置(26)を備えている請求項3記載の摩擦攪拌接合用工具の加熱装置。

【請求項5】 前記熱源(22)は、前記ケーシング内に収容された接合ヘッドの温度が接合ヘッドの先端に至るにつれて高くなるように加熱するものである請求項3又は4記載の摩擦攪拌接合用工具の加熱装置。

【請求項6】 前記ケーシング(21)は、前記熱源(22)として電気ヒータを備えるとともに、接合ヘッドを端部の開口から軸線方向に差し込んで収容する筒体からなる請求項3～5のいずれか1項記載の摩擦攪拌接合用工具の加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、摩擦攪拌接合法及び摩擦攪拌接合用工具の加熱装置に関し、詳述すれば、アルミニウム等の金属材からなる接合部材を良好に接合することのできる摩擦攪拌接合法、及びこの際に用いられる摩擦攪拌接合用工具の加熱装置に関する。

【0002】なお、この明細書において、「アルミニウム」の語はその合金を含む意味において用いる。

【0003】

【従来の技術】摩擦攪拌接合は、固相接合の範疇に入り、接合に伴う熱歪み等の変形が極めて少ない、接合部材である金属材の種類に制限を受けない等の利点を有し、近年、様々な構造物の接合手段として用いられている。

【0004】この摩擦攪拌接合の接合方法について簡単に説明すると、まず、接合工具の接合ヘッドを回転させ、この回転している接合ヘッドの先端部を接合部材の接合予定部位の接合開始部に接触させてこれを該接合開始部中に埋入する。すると、この接合ヘッドの回転により発生する摩擦熱によって接合部材が接合ヘッドとの接触部分近傍にて軟化するとともに、該軟化部中の肉が接合ヘッドの回転力を受けて攪拌混合されるようになる。そして、プローブを埋入状態のままで接合予定部位に沿って接合部材に対して相対的に移動させる。これにより、摩擦熱にて軟化した接合部材の肉が、接合ヘッドに

よって攪拌混合されながら接合ヘッドの進行圧を受けて接合ヘッドの通過溝を埋めるように塑性流動したのち、摩擦熱を急速に失って冷却固化する。この現象が接合ヘッドの移動に伴って順次繰り返されていく。そして、接合ヘッドが接合予定部位の接合終了部に到達したとき、接合が終了する。この接合操作により、接合部材が接合ヘッド通過部分において接合される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】而して、上記摩擦攪拌接合法には次のような問題があった。

【0006】すなわち、接合部材の接合予定部位を接合するため、接合ヘッドの先端部を接合開始部中に埋入すると、該接合ヘッドの先端部が埋入時の抵抗を受けてその一部が欠損するという問題が生じることがあった。

【0007】また、接合ヘッドの埋入直後においては、接合部材はまだ十分に温まっていないため、良好な塑性流動が生じ難かった、このため、接合開始部の内部に塑性流動不足による接合欠陥が生じるという問題があった。一方、接合部材の接合開始部を温めるために接合ヘッドの埋入深さを深くして摩擦熱の発生量を増加させると、この接合開始部だけが所望する接合深さよりも深くなってしまい、接合深さの均一な接合部を形成できなくなるという問題が生じる。

【0008】この発明は、上述した問題を解決するためになされたもので、その目的は、接合ヘッドの接合開始部中への埋入時に生じることのある接合ヘッドの欠損を防止することができ、且つ接合開始部において生じることのある塑性流動不足に起因する接合欠陥を防止することのできる摩擦攪拌接合法及び摩擦攪拌接合用工具の加熱装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明に係る摩擦攪拌接合法(請求項1)は、摩擦攪拌接合の開始に際して、接合工具の接合ヘッドを予め加熱しておくことを特徴としている。

【0010】この場合には、摩擦攪拌接合の開始に際して、接合工具の接合ヘッドを予め加熱しておくことにより、接合ヘッドが接合部材の接合開始部に当接すると、該接合開始部が迅速に軟化するようになる。この結果、接合ヘッドの埋入時の抵抗が減少し、もって接合ヘッドの欠損が防止又は抑制されるようになる。更には、上述したように接合開始部が迅速に軟化することにより、該軟化部中の肉が良好に塑性流動するようになり、この結果、塑性流動不足による接合欠陥についてもその発生が防止又は抑制されるようになる。また、接合ヘッドの埋入深さを深くする必要がなくなり、このため均一な接合深さの接合部を形成できるようになる。

【0011】上記摩擦攪拌接合法において、前記接合ヘッドを、接合ヘッドの先端に至るにつれて温度が高くなるように加熱することが望ましい(請求項2)。

【0012】この場合には、接合ヘッドの欠損が確実に防止又は抑制されるようになるし、塑性流動不足による接合欠陥の発生が確実に防止又は抑制されるようになる。

【0013】この発明に係る摩擦攪拌接合用工具の加熱装置は、接合工具の接合ヘッドを収容するケーシングと、前記ケーシング内に収容された接合ヘッドを加熱する熱源と、を備えていることを特徴としている（請求項3）。

【0014】この加熱装置においては、接合工具の接合ヘッドは、ケーシング内に収容されて熱源により加熱される。すなわち、接合ヘッドの加熱はケーシング内にて行われるようになるから、熱源から発生した熱が逃げ難くなり、もって接合ヘッドが効率良く加熱されるようになる。

【0015】なお、この請求項3の発明に係る加熱装置において、熱源としては、特に限定されるものではなく様々な熱源を採用することができ、例えば電気ヒータをはじめ、ガス炎等の熱風を採用することができるが、これら熱源のうち電気ヒータを採用することが加熱の自動化やケーシング内の温度の調節を容易に行えるようになる点で、望ましい。また、接合工具の接合ヘッドが金属等の導電材料から形成されている場合には、誘導加熱装置によって接合ヘッドに誘導電流を生じさせて該接合ヘッド自体を加熱しても良い。また、ケーシングに誘導加熱コイルを装着しておいて、該誘導加熱コイルを発熱させることにより、ケーシング内に収容された接合ヘッドを間接的に加熱しても良い。

【0016】この加熱装置によって加熱された接合工具の接合ヘッドは、摩擦攪拌接合の開始に際して、ケーシング内から取り出され、そして可及的速やかにこの接合ヘッドの先端部が接合予定部位の接合開始部に押し付けられて該接合開始部に埋入される。この埋入の際、接合ヘッドは予め加熱されているため、接合ヘッドの先端部が接合開始部に当接すると該接合開始部が迅速に軟化するようになる。この結果、接合ヘッドの埋入時の抵抗が減少し、もって接合ヘッドの欠損が防止又は抑制されるようになる。更には、上述したように接合開始部が迅速に軟化することにより、該軟化部中の肉が良好に塑性流動するようになり、この結果、塑性流動不足による接合欠陥についてもその発生が防止又は抑制されるようになる。また、接合開始部において接合ヘッドの埋入深さを深くする必要がなくなり、もって均一な接合深さの接合部を形成できるようになる。

【0017】上記加熱装置において、前記ケーシング内の温度を調節する温度調節装置を備えていることが望ましい（請求項4）。

【0018】この場合には、ケーシング内の温度を所望温度に確実に設定し得るようになる。

【0019】上記加熱装置において、前記熱源は、前記

ケーシング内に収容された接合ヘッドの温度が接合ヘッドの先端に至るにつれて高くなるように加熱するものであることが望ましい（請求項5）。

【0020】この場合には、接合ヘッドが効率良く加熱されるようになる。

【0021】上記加熱装置において、前記ケーシングは、前記熱源として電気ヒータを備えるとともに、接合ヘッドを端部の開口から軸線方向に差し込んで収容する筒体からなることが望ましい（請求項6）。

【0022】この場合には、接合ヘッドの収容操作を容易に行えるようになる。また、接合ヘッドがケーシング内に収容された状態において、該接合ヘッドはケーシングの軸線方向に沿う態様で配置されるようになり得るため、接合ヘッドの外周面が周方向に略均一に加熱されるようになる。

【0023】

【発明の実施の形態】次に、この発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0024】図1において、(10)は摩擦攪拌接合用の接合工具、(1)は板状の接合部材である。この実施形態では、接合部材(1)は、互いに同寸の肉厚を有する2枚の長尺なアルミニウム製板(2)(2)からなり、一方の板(2)の幅方向の端部と他方の板(2)の幅方向の端部とが突き合わされて配置されているものである。そして、この実施形態では、摩擦攪拌接合によって両板(2)(2)の突合せ部(3)を該突合せ部(3)に沿って接合することにより、両板(2)(2)を一体化する場合について示している。したがって、この実施形態では、両板(2)(2)の突合せ部(3)が接合予定部位となる。また、(3a)は、突合せ部(3)の接合開始部を示している。

【0025】接合工具(10)は、先端部(11a)が接合部材(1)の表面に押し付けられる径大の円柱状回転子(11)と、該回転子(11)の先端面(11b)の回転中心部に回転軸線に沿って突出して一体形成されるとともに接合部材(1)の突合せ部(3)中に埋入される径小のピン状プローブ(12)と、を備えている。この実施形態では、接合工具(10)の接合ヘッド(13)は、前記回転子(11)の先端部(11a)と前記プローブ(12)とから構成されている。なお、(14)は回転子(11)の基端部に装着されたホルダーである。

【0026】この接合工具(10)において、回転子(1)及びプローブ(12)は、接合部材(1)よりも硬質で且つ接合時に発生する摩擦熱に耐え得る金属耐熱材料から形成されている。プローブ(12)の外周面には、摩擦熱にて軟化した接合部材(1)の肉を攪拌するための攪拌用凸部が形成されている。

【0027】図2は、上記接合工具(10)の接合ヘッド(13)を加熱する加熱装置(20)を示している。

【0028】同図において、(21)は、接合部材(1)

に近接して配置されたケーシングである。このケーシング(21)は、所定の保形性を有し熱源(22)からの熱に耐え得る耐熱材料から形成されたものであり、図3に示すように、接合工具(10)の接合ヘッド(13)に帽子状に被せられるキャップ状のものであって、接合ヘッド(13)の近接周囲を包囲する態様で該接合ヘッド(13)を収容するものである。

【0029】このケーシング(21)の構成を説明すると、このケーシング(21)は、ドーム状に突出した底部(21a)を有する円筒体からなるものであって、端部の開口を接合ヘッド用差込み口とするものである。このケーシング(21)の内径は、接合工具(10)の回転子(11)の外径に対して同寸乃至若干大寸に設定されている。また、このケーシング(21)の内部における端部開口から底部(21)までの長さは、回転子(11)の長さと同寸と設定されており、これにより、プローブ(12)と回転子(11)を収容した状態において、ケーシング(21)の端部が回転子(11)の基端部近傍に位置されるものとなっている。このケーシング(21)においては、接合工具(10)の接合ヘッド(13)は、ケーシング(21)の端部開口から該ケーシング(21)の軸線方向に差し込まれてケーシング(21)内に収容される。

【0030】ケーシング(21)の周壁部の内部には、収容した接合ヘッド(13)を加熱する熱源(22)としての電気ヒータの発熱線(23)が、ケーシング(21)の軸線を中心とした螺旋状に該ケーシング(21)の略全長に亘って所定ピッチで埋設されている。ケーシング(21)の底部(21a)近傍における発熱線(23)のピッチは、ケーシング(21)の端部近傍における発熱線(23)のピッチよりも小寸に設定されており、このように設定されることにより、ケーシング(21)内の温度が、該ケーシング(21)の端部から底部(21a)に進むにつれて高くなるものとなっている。更に、ケーシング(21)は底部(21a)を有しているから、ケーシング(21)内の温度が、該ケーシング(21)の端部から底部(21a)に進むにつれて著しく高くなるものとなっている。しかも、底部(21a)によってケーシング(21)内の熱の逃げが防止又は抑制されているから、このような状態を迅速に実現できるものとなっている。

【0031】この発熱線(23)は、図2に示すように、電力供給コード(25)を介して該発熱線(23)に電力を供給する電源(24)に接続されている。また、ケーシング(21)には、ケーシング(21)内の温度を測定する測温装置(例えば熱電対、29)が装着されており、この測温装置(29)が信号線(30)を介して後述する通電電流制御装置(28)に接続されている。

【0032】一方、前記電源(24)には、ケーシング(21)内の温度を調節する温度調節装置(26)が内蔵されている。この温度調節装置(26)は、発熱線(23)へ

の通電時間を制御する通電時間制御装置(いわゆるタイマ、27)と、前記測温装置(29)からの信号に基づいて発熱線(23)への通電電流を制御する通電電流制御装置(28)とから構成されている。

【0033】この実施形態の温度調節装置(26)では、通電時間制御装置(27)を作動させて発熱線(23)への通電時間を制御することにより、ケーシング(21)内の温度を調節するか、又は/及び通電電流制御装置(28)を作動させて発熱線(23)への通電電流を制御することにより、ケーシング(21)内の温度を調節するものとなっている。

【0034】次に、上記構成の加熱装置(20)を用いて上記接合部材(1)の突合せ部(3)に対して摩擦攪拌接合を行う方法について説明する。

【0035】まず、電源(24)より電力を発熱線(23)に供給して該発熱線(23)を発熱させる。この発熱により、ケーシング(21)内の温度が高くなる。このとき、上述したようにケーシング(21)の底部(21a)近傍における発熱線(23)のピッチは、ケーシング(21)の端部近傍における発熱線(23)のピッチよりも小寸に設定されていることから、ケーシング(21)内の温度は、該ケーシング(21)の端部から底部(21a)に進むにつれて高くなる。更に、この実施形態のケーシング(21)では、底部(21a)によってケーシング(21)内の熱の逃げが防止又は抑制されているから、このような状態を迅速に実現することができる。

【0036】次いで、接合工具(10)の接合ヘッド(13)を、ケーシング(21)の端部開口から該ケーシング(21)の軸線方向に差し込んでこれをケーシング(13)内に収容する(図3参照)。この収容状態において、ケーシング(21)の内径は上述したように回転子(11)の外径に対して同寸乃至若干大寸に設定されていることから、回転子(11)及びプローブ(12)は、ケーシング(21)内側の中央部において軸線方向に沿う態様で配置されるようになる。したがって、回転子(11)及びプローブ(12)の外周面を周方向に略均一に加熱することができる。しかも、ケーシング(21)内の温度は、該ケーシング(21)の端部から底部(21a)に進むにつれて高くなっているから、この温度分布に伴い、接合ヘッド(13)は、先端に至るにつれて温度が高くなるように加熱されるようになり、すなわちプローブ(12)の温度が回転子(11)の温度よりも高くなるように加熱されるようになる。更には、ケーシング(21)の内径が回転子(11)の外径に対して同寸乃至若干大寸に設定されているから、回転子(11)の外周面とケーシング(21)の内周面との間には、隙間が殆ど形成されておらず、このため、熱の逃げをより確実に防止又は抑制することができ、接合ヘッド(13)を効率良く加熱することができる。加えて、回転子(11)及びプローブ(12)をこれに近接した位置から加熱することができるため、接合ヘッ

ド(13)を更に効率良く加熱することができる。なお、この発明では、接合ヘッド(13)をケーシング(21)内に予め収容しておいてから、発熱線(23)を発熱させてケーシング(21)内の温度を高くしても良いことはもちろんである。

【0037】ここで、上記接合部材(1)がアルミニウムからなる場合には、プローブ(12)の先端から回転子(11)の基端部までの全体平均温度が $150 \pm 50^\circ\text{C}$ になるように加熱することが望ましく、特に、プローブ(12)の温度が $300 \pm 50^\circ\text{C}$ 、回転子(11)の長さ方向中間部の温度が $150 \pm 50^\circ\text{C}$ 、回転子(11)の基端部の温度が $80 \pm 50^\circ\text{C}$ になるように加熱を行うことが望ましい。このような温度状態になるように温度調節装置(26)によってケーシング(21)内の温度を調節設定する。なお、この温度状態は、上記接合部材(1)が6000系のアルミニウムからなり且つ接合部材(1)の肉厚が5mmである場合に特に有効である。

【0038】こうして加熱装置(20)によって接合工具(10)の回転子(11)及びプローブ(12)を所望温度に上昇させたのち、該接合工具(10)の回転子(11)及びプローブ(12)をケーシング(21)内から引き抜き、そして可及的速やかに図1に示すように回転子(11)及びプローブ(12)を回転させながら該プローブ(12)の先端を接合部材(1)の突合せ部(3)の接合開始部(3a)に押し付けて該プローブ(12)を接合開始部(3a)中に埋入する。このときプローブ(12)は予め加熱されているので、この押付けにより接合開始部(3a)が迅速に軟化するようになる。このため、プローブ(12)の埋入時の抵抗が減少し、もってプローブ(12)の欠損が防止又は抑制されるようになる。なお、この発明では、回転子(11)及びプローブ(12)をケーシング(21)内で予め回転させておいてから引き抜いても良いことはもちろんである。

【0039】このようにプローブ(12)を接合開始部(3a)中に埋入させるとともに、更に回転子(11)の先端面(11b)を接合部材(1)の表面に押し付ける。そして、この状態のままでプローブ(12)を突合せ部(3)に沿って移動させる。

【0040】このプローブ(12)の移動に伴い、突合せ部(3)がプローブ埋入位置にて該プローブ(12)により順次接合されていく。すなわち、プローブ(12)の回転により発生する摩擦熱と、回転子(11)の先端面(11b)と接合部材(1)の表面との摺動に伴い発生する摩擦熱とによって、接合部材(1)がプローブ埋入位置近傍において軟化するとともに、該軟化部中の肉がプローブ(12)の回転力を受けて攪拌混合されるようになる。そして、この肉が、攪拌混合されながらプローブ(12)の進行圧を受けてプローブ(12)の通過溝を埋めるように塑性流動したのち、摩擦熱を急速に失って冷却固化する。この現象がプローブ(12)の移動に伴って順次繰

返されていく。そして、プローブ(12)が接合終了部に到達したとき、接合が終了し、プローブ(12)が引き抜かれる。この接合操作により、接合部材(1)の突合せ部(3)がプローブ通過部分において(すなわち接合開始部(3a)から接合終了部までの領域に亘って)接合される。(W)は接合部である。

【0041】この摩擦攪拌接合法によれば、プローブ(12)を接合開始部(3a)に押し付けることにより、該接合開始部(3a)が迅速に軟化するから、該軟化部中の肉が良好に塑性流動するようになり、このため、塑性流動不足による接合欠陥の発生を防止又は抑制することができる。また、接合開始部(3a)においてプローブ(12)の埋入深さを深くする必要がないから、均一な接合深さの接合部(W)を形成することができ、もって高品質の接合継手を得ることができる。

【0042】以上、この発明の実施形態について説明したが、この発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々に設定変更可能である。

【0043】例えば、上記実施形態では、接合操作は、接合部材(1)の突合せ部(3)中に埋入したプローブ(12)を突合せ部(3)に沿って移動させることにより、遂行されているが、この発明では、プローブ(12)を移動させるのではなく、接合部材(1)の突合せ部(3)中に埋入したプローブ(12)の位置を固定しておき、突合せ部(3)がこのプローブを順次通過するように接合部材(1)を移動させることにより、遂行しても良い。

【0044】また、電気ヒータは面状のものであっても良い。

【0045】

【発明の効果】上述の次第で、この発明に係る摩擦攪拌接合法によれば(請求項1)、摩擦攪拌接合の開始に際して、接合工具の接合ヘッドを予め加熱しておくことを特徴とするものであるから、接合ヘッドの埋入時の抵抗を減少させることができ、このため、接合ヘッドの欠損を防止又は抑制することができる。更には、接合ヘッドの埋入時において、摩擦熱にて軟化した接合部材の肉が良好に塑性流動するようになるため、塑性流動不足による接合欠陥についてもその発生を防止又は抑制することができる。また、接合ヘッドの埋入深さを深くする必要がなくなるため、均一な接合深さの接合部を形成することができる。

【0046】上記摩擦攪拌接合法において、接合ヘッドを、接合ヘッドの先端に至るにつれて温度が高くなるように加熱する場合には(請求項2)、接合ヘッドの欠損を確実に防止又は抑制することができるし、塑性流動不足による接合欠陥の発生を確実に防止又は抑制することができる。

【0047】この発明に係る摩擦攪拌接合用工具の加熱装置によれば(請求項3)、接合工具の接合ヘッドを取

容するケーシングと、前記ケーシング内に收容された接合ヘッドを加熱する熱源と、を備えているから、接合ヘッドを効率良く加熱することができる。このため、この加熱装置は、摩擦撚拌接合の開始に際して、接合工具の接合ヘッドを予め加熱しておくための予備加熱装置として好適に用いることができる。

【0048】上記加熱装置において、ケーシング内の温度を調節する温度調節装置を備えている場合には（請求項4）、ケーシング内の温度を所望温度に確実に設定することができる。

【0049】上記加熱装置において、熱源は、ケーシング内に收容された接合ヘッドの温度が接合ヘッドの先端に至るにつれて高くなるように加熱するものである場合には（請求項5）、接合ヘッドを更に効率良く加熱することができる。

【0050】上記加熱装置において、ケーシングは、接合ヘッドを端部の開口から軸線方向に差し込んで收容する筒体からなる場合には（請求項6）、接合ヘッドの收容操作を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態に係る摩擦撚拌接合法を説

明する斜視図である。

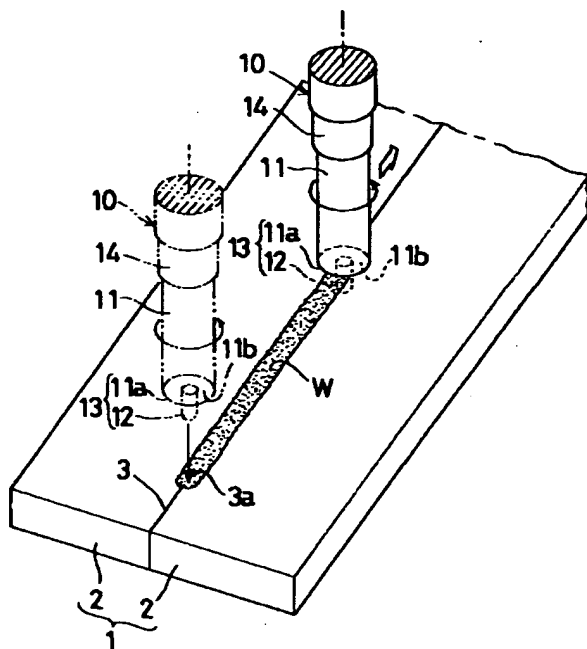
【図2】この発明の実施形態に係る摩擦撚拌接合用工具の加熱装置を示す斜視図である。

【図3】同加熱装置を、接合工具の接合ヘッドを收容した状態で示す一部切欠き側面図である。

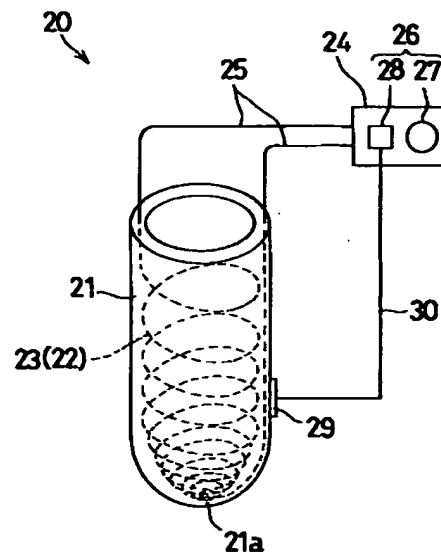
【符号の説明】

- 1…接合部材
- 3…突合せ部（接合予定部位）
- 3a…接合開始部
- 10…接合工具
- 11…回転子
- 11a…回転子の先端部
- 11b…回転子の先端面
- 12…プローブ
- 13…接合ヘッド
- 20…加熱装置
- 21…ケーシング
- 22…熱源
- 23…電気ヒータの発熱線
- 26…温度調節装置

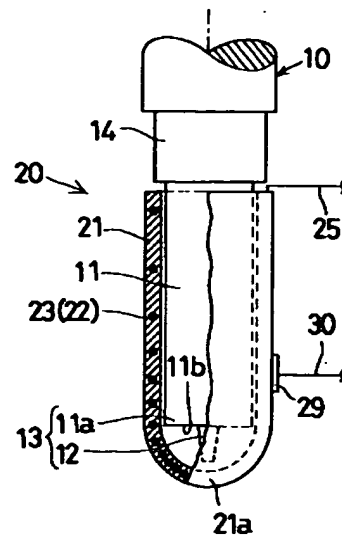
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 川田 斉礼
栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和電
工株式会社小山事業所内

Fターム(参考) 4E067 BG00 CA03 DC05